研 究 論 文

「数学的活動」を重視した授業づくりに関する研究
－数学的な知識･技能を「活用」することで「習得」や「習熟」を目指す授業を通して－

福山　賢二[*]　・　米田　重和[**]

Study on Lesson Planning with an Emphasis on Mathematical Activities Through Lessons Aimed at Familiarization and Acquisition by Leveraging

Kenzi FUKUYAMA[*] and Shigekazu KOMEDA[**]

【要約】
本稿では，数学的な技能・知識を「活用」して「習得」や「習熟」を深める授業を実践することで，生徒へ主体的な活動を促す数学的活動を充実するための授業づくりに関する研究を行った。はじめに，平林一栄，ヴィットマン，近藤裕の論文をもとに「活用」することで「習得」や「習熟」を深める教材についての概念及び授業の在り方について明らかにした。その中で，今回は「活用」することで「習熟」をめざす授業を実現する教材開発を行った。

【キーワード】
「活用」，「習得」や「習熟」，「数学的活動」

1．はじめに

平成25年度までに実施されてきた全国学力テストの中学校数学の結果を見ていくと，事象を数学的捉え，表現し活用する力に課題が見られる。また，平成20年度に改訂された中学校学習指導要領数学科では，「数学的活動」を通して，知識・理解や表現・処理に留まらず，それを考察し活用する力を求めるものになっている。このように全国学力テストにおける中学校数学科の課題や新しく改訂された中学校学習指導要領からも，今の中学校数学科の指導の中で，「数学的活動」を通して，事象を数学的に考察し，表現する能力を向上させるのは重要なことである。

しかし，平成20年度以前の改訂から，子どもたちが自ら学び・自ら考えるという部分は強調されてきているにも関わらず，全国学力テストの結果では，表現力・活用力における課題があげられる現状がある。これは，まだ学校現場において，数学的活動が充分実施されていないためである。

「数学的活動」とは「生徒が目的意識をもって主体的に取り組む数学にかかわりのある様々な営み」(1)を意味している。

ところが，学校現場では、従来の教師主導の授業が行われていることが多く，数学的な知識・技能の習得に重点をおいた授業が多く実施されている。これでは，「数学的活動」が行われているとは言い難く，表現・活用力の育成に結びつかないのである。

この現状を改善していくような数学教育を考える上で，中学校学習指導要領解説において，数学的活動と学習指導要領改訂の基本的な考え方を述べてある部分が参考になる。

「注意しなければならないのは，「習得」，「活用」及び「探究」はこの順番に進むだけではなく，相

＊佐賀大学院教育学研究科
＊＊佐賀大学文化教育学部

互に関連しあって展開していくと考えられることである。知識及び技能を「活用」することでその「習得」がより一層深まったり，「探究」の過程で知識及び技能の「習得」やそれを「活用」することについて見直したりすることにも留意しなければならない。このような背景から，「習得」，「活用」及び「探究」は，授業において，数学的活動を通して，あるいはその文脈に位置付けられてなされるべきである。」(1)

ここに改善の道筋が示されている。つまり，今現場で多く行われている「習得」重視の教師主導の授業により，ただ数学的な技能・知識を身に付けさせのではなく，その身に付けた数学的な技能・知識を「活用」することにより，その「習得」を深めるような授業を実践していく。それが，今日の課題である数学的な表現力・活用力の育成につながるのではないかと考えた。そのような授業を指導計画のどの場面で実践するか考慮したが，単元末に取り入れることにする。学校現場では，単元のまとめとして教科書の単元末の練習問題を解いているが，その多くはドリル形式であり，まさしく「習得」や「習熟」重視の教師主導の授業である。そして，今構想している身に付けた数学的な技能・知識を「活用」して「習得」や「習熟」を深める授業を実践することで，生徒へ主体的な活動を促す数学的活動にもつながり，さらに「習得」や「習熟」重視の学校現場においても実践しやすいと考えた。

これまでも，数学的活動を重視した研究は数多く行われてきているが，その中でも平林一栄の「形式的目標に応ずる教材開発」の研究，ドイツのドルトムント工科大学のヴィットマン(E.Ch.Wittman)の「本質的学習環境」，近藤裕の「これからの算数・数学教育の目標と算数・数学的活動」の研究に着目した。

平林一栄は数学教育の目標について「数学教育の目標はあまたあるが，最も大まかに分ければ，実質的目標と形式的目標に二分できるであろう。前者は数学的な知識や技能を取得させること，後者は数学的な考え方・態度・習慣を身に付けさせることである。」(2)と述べている。そして，現在の数学教育が「実質的目標」である数学的な知識や技能を重視する余りに「形式的目標」軽視される現状について考察してあり，その視点から「形式的目標」に応ずる教材開発を研究されている論文は，「活用」することで「習得」や「習熟」を深める授業の研究に共通する部分が数多くある。

ヴィットマンは，算数・数学教育について次にように述べている。

「数学の教育の目標は，数学的に探究させることと，数学的な知識を構成することで果たすことができる。それゆえ，学習課程のあらゆる場面で，子ども達が主体的に学ぶ機会を多く与えなければならない。」(3)

この考えは，現学習指導要領の「数学的活動」と共通する部分が多く，この概念を基に提唱されている「本質的学習環境」は生徒の主体的な活動を目的とした本研究の大いに参考になる。

さらにこの2つの研究を参考にするにあたり，つぎの視点を大切にしていきたい。それは，全ての生徒にとってその授業は数学的活動になり得るかということである。近藤裕はその視点について次のように述べている。

「能力というものは，それを使うことによって身につき伸びるものであるから，すべての生徒に数学の能力を身に付けさせようと考えるならば，すべての生徒にその能力を使う機会を与えなければならない。数学的活動を通して学ぶことが強調される今日であるが，この視点は，「すべての生徒」に取り組ませることを真剣に考えた数学的活動を計画する必要に迫らせるものである。「すべての生徒にとって」という視点をもつことで，従来の授業が大きく改善していくと筆者は考えている。」(4)数学的活動においてこの視点は重要である。これまでの数学的活動の実践では，この視点が充分に考慮されていないために，成績上位の生徒の活動により授業が進められ，その問題解決の過程において，その他の生徒が十分に参加しているとは言い難かったように感じる。だからこそ，この「すべての生徒にとって」という視点で教材開発に取り組みことで，より多くの子どもが授業に主体的に数学的活動に参加することが可能にな

り，その活動によって，数学的な表現力や活用力が身に付くと考える。

以上のことから，数学指導において，「すべての生徒にとって」という視点に基づき「活用」することで「習得」や「習熟」を深める数学教育の研究を進めていきたいと考えたわけであるが，その中でも今回の研究では教材開発の視点に焦点を当てたい。数学教育の研究する上では、多種多様な切り口があるが，まずは生徒が数学活動で最初に出会う教材開発を研究することにしたい。また，その教材開発の研究において，「すべての生徒」という視点を取り入れ，「活用」することで「習得」や「習熟」を深める授業を構想することは，今日重要視されている数学的活動を充実させることにつながるはずである。

そこで，本研究では第一に平林一栄，ヴィットマン，近藤裕の論文をもとに「活用」することで「習得」や「習熟」を深める教材についての概念及び授業について明らかにする。第二「活用」することで「習得」や「習熟」を深める授業の教材開発を行い，教材開発の観点に沿って分析をし，考察する。

2. 先行研究における数学の授業の考え方

ここでは3つの先行研究である，平林の「形式的目標に応ずる教材開発」の研究，ヴィットマン(E.Ch.Wittman)の「本質的学習環境」，近藤裕の「これからの算数・数学教育の目標と算数・数学的活動」の研究を考察しながら，本研究の教材開発の参考にしていく。

2.1形式的目標に応じる授業

平林は数学教育の目標を「実質的目標」と「形式的目標」の2つに分けている。「実質的目標」は，数学的な知識や技能を取得させること，「形式的な目標」は数学的な考え方・態度・習慣を身に付けさせることである。「実質的目標」は，講義形式の授業で達成できる部分が大きい。数学的な知識や技能の習得においては，無理に「形式的目標」まで考慮した授業をする必要はない。では後者の「形式的目標」に応じた授業はどのようなものであろうか。この授業について平林は次のような特性について述べている。

① 全体的統一性

これは「文脈性」といってもよいであろう。いわゆるアトミズム(バラバラ主義)と対照的な特性である。受験問題集などは最も全体統一性に乏しいものであろう。～中略～少数の問題から出発して，次々へと芋蔓式に発展するのが真正の数学の研究ないしは学習の姿であるというのである。かような学習を促進するのは当面する問題の文脈である。そして問題のおかれた文脈から，また数多くの新しい問題が生まれるのである。

② 情緒性

とりわけ，私は「驚き」と「美しさの感銘」を与えることの重要性を考えている。「なるほど」と実感したり，「わっ！」と驚いたりするとき，そのときが理解の瞬間であり，学習内容が「身に付く」ときであり，いわば子どもが「成仏」するときである。あえて言うならば，そうした情緒性のない授業は，授業と言えないであろう。

③ 数学性

数学が全ての子どもの学習対象になっているからには，数学とは何かは，普通の人の理解できる形で論じられなければならない。最も重要なことは，数学と人間との関連性である。数学者でない普通の人間と数学はどう関連しているかということである。～中略～この問題は，全ての哲学の問題がそうであるように，一概には定まらない。ここでは，私自身の体験や実感から，数学の特性として次の二点を指摘しておこう。

・数学は事物ではなく，事物間の関係の科学である。

・それは，人間の活動によって構成されたものである。(2)

この3つの特性の中で特に①と③について，教材開発の観点で具体的に考察していきたい。まず「①全体的統一性」であるが，ここで述べられているような少数問題から，数多くの問題を生み出すような「全体的統一性」の視点を教

材開発にも取り入れることは重要である。今一般的に行われている中学校の数学の授業においては，例題から練習問題の繰り返しという流れが多い。これでは例題で身に付けた数学的技能を練習問題においてのみ活用することになり，生徒に「形式的目標」である数学的考え方・習慣・態度を身に着けさせ授業にはつながらない。だからこそ，その視点を教材開発に組み込むことで，数学のよさの一つである，少ない事柄を論理的に関係づけて多くの応用を生み出し，適用範囲を広げていくことの有意性を，生徒に味あわせることができるからである。

次に「③数学性」であるが，これは「数学的リテラシー」にと共通する部分が多く存在する。「数学的リテラシー」については様々な考え方があるが，近藤裕は次のように述べている。

「〇数学的リテラシーとは，例えばどんなものか？筆者は,「数学の内容(概念，知識，技能)」,「数学の能力(算数・数学の力)」,「数学への好感(よさ，充実感の感得)」に関わる項目として考えている。ただし，何を数学的リテラシーと考えるかは，立場(年齢，生活，職業，趣味，…)によって異なるものである。現在と将来の社会や算数・数学教育からの要請を想定して，数学的リテラシーの育成に関わる一人ひとりが，それぞれの立場で，必要な項目は何かを考えることが最も重要である。」(4)

ここで述べているように,「数学的リテラシー」は立場によって様々に変わるわけであるが，少なくとも中学校の数学教育においては，数学を通しての人間形成を意味している部分が，平林の述べている「数学性」と共通しているところである。数学教育による人間形成とは，言い換えれば数学教育によって，生徒が将来を生きるためにどのような力を身に付けさせるかである。その数学の力について，近藤裕は次のよう述べている。

「数学の力」とは，数学のあらゆる活動に関わるはたらきで，大きく，数学を生み出す力，数学を使う力，数学で表す力，数学で考え合う力，の4つの力で構成されている。この「数学の力」が，先に述べた「将来を生きるのに必要な力」であると筆者はとらえている。〜中略〜そして，数学の能力形成を考えていくと，自ずと集団での学びの視点が必要になってくる。「考え合う」ことは一人ではできないし,「図や式をよむ」ときの対象となる図や式は他者のものである。また，数学を生み出すことは一人の力では難しいことが多く，協働を必要とすることがほとんどである。ここに集団における数学的活動を考える意義が見いだせる」(5)

このことから，将来生きるのに必要になるような数学の力を身に付けさせる教材の重要な要素として，集団における数学的活動を促すという部分が挙げられる。つまり，開発した教材を通して，子ども自身が問題解決において自分の考えをもつことができ，それを他者に伝えたり，また他者の考えを聞いたりすることで，自分の考えを深めるような数学的活動を体験させる必要があるということである。その数学的活動の中で，他に論理的に分かりやすく伝えるために、数式やグラフに表わし説明したとすれば，数学的に表現することの有効性を感じさせることができ，それは数学的リテラシーの一つの数学への好感をもつ目標を達成できる。このような経験を多くの生徒が積み重ねることによって初めて，数学の力が身につくようになり，数学教育による人間形成が可能になるのである。

また，このような数学的活動では，その教材における問題解決において，生徒が多種多様な考え方ができることも重要になってくる。もし，問題解決において多様な解決方法がない教材であるならば，生徒が，自分の考えを表現し，他者と考え合うことに必要性を感じることができないと言えよう。このことから，数学的な表現を用いて説明し伝え合う活動を促す教材は，生徒一人ひとりが解決に対する自分の考えをもつことができるものであり，また，その解決方法が多種多様でなければならない。生徒は，そうした数学的活動を通してこそ，主体的に活動するようになり，数学を活用するよさに気付くことかできるからである。

2.2本質的学習環境

ヴィットマンは，数学の授業について，伝統的な科学観を体現している自然科学とは違い，教師が生徒や指導内容などの環境に応じてデザインするものであり，そのデザインでるとし，提案されたのが「本質的学習環境」である。この「本質的学習環境」は，カラキュラムで定められた目標を達成させることができると共に，生徒の状況に応じた質の高い学習活動に支えられる学習環境，つまり授業のことである。(6)

「本質的学習環境」が持つべき要件について次のように述べられている。

「(1)算数・数学の指導の中心となる目標，内容，原理があるレベルで示されている。

(2)そのレベル以上の重要な数学的内容，課題，発展と結びついており，豊かな数学的活動の源になっている。

(3)柔軟性がある教材で，それぞれの学級の状態にあわせることができる。

(4)算数・数学の指導に関する数学的観点を統合し，実証的研究を十分行うことができる。」(7)

「本質的学習環境」は，現場の数学教育と共通する部分も多々ある。例えば授業の計画書にあたる数学科学習指導案や教科書の指導書において，必ずその単元及び授業で達成されるべき目標や学習内容は表記されている。つまり(1)に共通するところである。しかし，教科書を利用した授業を考えてみると(2)と(3)を満たしていく授業であるかというと，そう言うには困難な部分が見られる。従来の教科書の内容を例題提示してから練習をさせ，それにつながる例題を提示して練習を繰り返すスモールステップを踏む授業では，(2)と(3)の条件を満たすことは難しいはずである。「本質的学習環境」で取り扱う教材は，ここで述べられている豊かな数学的活動を保証するものでなければならない。それでは，「数学的活動」を保証する「本質的学習環境」の教材とはどのようなものであろうか。第一に，その教材を授業で取り組ませることで，(1)における数学の指導目標が達成でき，その目標に応じた学習内容を生徒に伝えることが可能であること，第二に(2)で述べてあるような，発展性を含み，児童，生徒の主体的な活動を促すことができること，第三に(3)の環境に応じて変化させることができること，以上の三つを満たせば，その教材は「本質的学習環境」を支えるといえるはずである。これは本研究の「活用」することで「習得」や「習熟」を深める教材を開発する上でも参考になるものである。「活用」することで生徒の数学的活動は保証され，またその活動によって，生徒の数学的な技能や知識が習得させることができれば，指導目標の達成も可能になる。次に，(2)と(3)を保証するような教材において，重要視しなければいけないことは何であろうか。ヴィットマンが提案している教材の特徴として，「単純な課題から応用的な課題へつながりのあるもの」というものがある。これは前のところで紹介した平林の「全体的統一性」と共通する。この特性を教材がもつことで，(2)と(3)を保証できると考えるのは次の点からである。そのような教材を通した授業であれば，授業のスタートが単純な課題に取り組むことから始まるので，学習意欲や学力が低い生徒でも主体的な活動は可能になる。また，単純な課題からつながる応用問題においては，様々な難易度の応用問題につながるようすると共に，できる限り生徒自身で見出せるようにする。そうすることにより，生徒は自分の学習状況に合わせた活動に主体的に取り組むことができ，(2)と(3)が保証されるはずである。以上のことから本研究の教材開発の重要な視点に「単純な課題から応用的な課題へつながりのあるもの」を加える必要がある。

2.3「すべての生徒にとって」という視点に基づいた授業

「活用」することで「習得」や「習熟」を深める教材開発の参考文献として平林の「形式的目標に考察した教材」やヴィットマンの「本質的学習環境」を考察してきた。特にヴィットマンの「本質的学習環境」における「(3)柔軟性

がある教材で，それぞれの学級の状態にあわせることができる。」という部分に焦点をあてていきたい。数学の授業に参加する生徒の数学に対する興味・関心，数学の学力は様々である。そして教材を利用した授業において全員が数学的活動に参加できないならば，「活用」による「習得」や「習熟」ができない生徒が存在することになる。それでは，学級の状態に合わせた教材とは言い難い。そこで，教材開発にその教材における数学的活動に「すべての生徒にとって」が参加できるものであるかという視点を取り入れる必要がある。例えば，すでに数学に対して苦手意識をもっている生徒に，単に難易度の高い課題を教材として提示したとする。その生徒がその課題に対し主体的に問題解決に臨み，その中にある数量関係を数学的に処理し，それを解決し，さらにそれを他にも応用できないか考えるというのは不可能である。そこに，教育現場に数学的活動が今一つ普及できない原因があるのではないであろうか。

それを解決するのに重要になってくるのが，近藤裕の提唱している「すべての生徒（子ども）にとって」という視点である。これについて近藤は次のように述べている。

「数学の能力は，『過程としての数学』を自ら経験することによって身につくであろう。子どもの『代表の誰か』が問いを発し，代表の誰かが試行錯誤し，代表の誰かが試行錯誤し代表の誰かが説明すれば，教師は授業を進めることができるかもしれない。しかし，「すべての子ども」に数学の能力を身に付けさせることはできない。能力というものはそれを使うことによって身に付き伸びるものであるから，すべての子どもに数学の能力を身につけさせよう考えるならば，すべての子どもにその能力を使う機会を与えなければならない。「すべての子どもが取り組む」ことを前提とした立場から数学的活動の短期的，長期的な計画を立てることが，これから必要になってこよう。」(5)

このことから，「活用」することで「習得」や「習熟」を深める授業は，そこにおける数学的活動に対して「すべての生徒にとって」取り組むことができるという要素を取り入れる必要がある。そうすることにより，今まで数学的活動に参加しなかったり，主体的に取り組まなかったりした子どもでも，少しずつだと思うが，数学的活動を通して，問題解決に数学を活用するよさに気づくことになり，数学に対して好感をもつことにつながると考える。では，「すべての生徒にとって」参加できる授業がもつべき要素とは何であろうか。それは，その授業が「すべての生徒にとって」数学的活動に取り組むことができるものになっているということである。そして，その活用には多様性があり，そこに生徒全員が解決可能な基本的活用から発展的活用までの幅をもたせる。そして，どこまでの活用に挑戦するかは，生徒一人ひとりの現在の数学の習熟度に応じて，生徒自らが決定する。その授業における数学的活動を通して，一つでも多くの数学的な技能や知識を「習得」したり，「習熟」することができれば，単なる教え込みではなく，生徒の主体的な活動による「習得」や「習熟」につながるはずである。また，そうした授業が実践できれば，すべての生徒が数学を「活用」することで数学的な知識や技能を「習得」した「習熟」することができるのではないであろうか。

3．「活用」することで「習得」や「習熟」を深める授業づくりの視点

ここまで，平林，ヴィットマン，近藤の先行研究から「活用」することで「習得」や「習熟」を深める教材開発には，どのような視点が重要であるかを考察してきた。それぞれの研究を考察して「活用」することで「習得」や「習熟」を深める授業づくりの4つの視点をまとめた。

①課題をできるだけ単純化し，そこからできるだけの多くの問題を生み出すことができるような「全体的統一性」をもたせる。また，単純な課題から，それを活用して応用的な課題に進むことができ，つながりがあるものにする。

②「すべての生徒にとって」問題解決に参加でき

るように，個人差を前提として多様な解決方法をもたせる。そのために，それぞれの問題解決は，生徒の学習状況に対応できるようにする。

③その教材における数学的活動によって，それまでの身につけた数学の力を「活用」し，「習得」や「習熟」できようにする。

④教材を通した数学的活動によって，解決方法を数学的に表現し，自分の考えを他の生徒と交流することができる。その場合，解決方法の根拠も表現させるようにする。

次の章からは以上の4つの視点を基に，授業づくり教材開発を行い，その教材を用いた授業を構想していく。

4．教材開発

前章の4つの視点に基づいた授業づくりを行っていく。前章では，それぞれの先行研究を分析し，4つの教材開発の視点を考えた。しかし，逆にこの4つの視点から今ある教材を見直すことで，他の単元でも本研究が目指す授業に改良することができるといえよう。そこで，今ある教材を4つの視点から見直して改良を加えた授業づくりを行っていく。今回取り上げる教材は，関数領域で取り上げることのあるブラックボックスである。このブラックボックスは左右の数字の対応をみて，その箱の働きを考えるという単純な教材であるが，この教材を本研究で考えている4つの視点で見直し再構成することで，「活用」することで「習熟」を深める教材に改良していく。この教材では「習得」と「習熟」の中で「習熟」を深めることをめざす。そのような考えで，開発した教材が次に紹介するものである。本教材は，1年生の「比例と反比例」の単元終了後に行うことを前提に考えた教材である。そして，本教材を通した授業では，「活用」することで「比例と反比例」の指導内容を「習熟」させることを目標としている。ワークシートは図1に示す。

ここで構想した授業を上で述べた授業づくりの4つの視点で分析していく。

①本教材で取り上げた「ブラックボックス」は左右の数字の関係性を考えて，共通の箱の働きを考えていくものである。その課題は左右の数字を比較し，共通の規則性を考えるという単純な課題からスタートする。また，左右の数字を変えることで，比例という単純な課題から一次関数，二次関数といった発展的な内容を含む課題まで数多くの問題を作り出している。さらに，そのブラックボックスの働きを考えるという課題から，その課題を用いて「表」「式」「グラフ」に表現し，それらを分類するといった課題を設定することで，単純な課題から応用的な課題へつなげることができる。このつながりは，「問題1⇒問題5」「問題2⇒問題6」「問題7⇒問題8」「問題1と問題7⇒問題10」にも見られる。

②「ブラックボックス」には問題1～問題4までの比例，反比例という単純な課題から，それ以降の一次関数，二次関数や自分でブラックボックスを設定する応用的な課題まで設定して，個人差に対応させている。つまり，数学に対して苦手意識をもっている生徒でも取り組める問題を準備していると同時に，数学に対して意欲が高く，より難易度の高い問題を挑戦したい生徒にも，段階的に発展的な問題も準備している。また，ブラックボックスを「表」「式」「グラフ」に表現させる課題においても，生徒は自分の習熟に応じた問題解決ができるようにしている。特にブラックボックスから表にして，そこから座標をとりグラフにする作業は数学に対して苦手意識をもっている生徒でも取り組める課題であり，その後の課題である，「表」「式」「グラフ」にからグループ分けする入口には立てるように配慮している。

③この授業は，本教材を使って伴って変わる2数の規則性をブラックボックスの形にして考え，その変化を「表」「式」「グラフ」に表現し，それを基にグループ分けをすることによって，「比例」「反比例」の指導内容を確認するものである。そして同時に，概念的に理解が難しい，伴って変わる2数を，「表」「式」「グラフ」に表わすことで，目に見える形で表現できる良さに気づかせたいという目標もある。ただ，本授業は，「比例」「反比例」の単元終了後のことを考慮して，グループ分けから「比例」「反比例」の特徴を捉え，判断で

きることが指導目標である。ただ，この数学的活動が学習状況に対応できるように工夫している点がある。それは，比例を式，グラフや表から判断する基本的な問題から，同じ曲線のグラフでも，反比例の双曲線のグラフや「y＝aχ2」の放物線のグラフの違いまで分類させる問題や，同じ直線のグラフでも比例と一次関数の違いまでを考え分類する問題を準備しているところである。こうすることによって，「すべての生徒」が活用に挑戦することができ，学習状況に応じた授業での目標を達成することが可能になる。

④各ブラックボックスの働きを「表」「式」「グラフ」に表現させ，それらを基に仲間分けをさせる問題を設定している。この問題においては難易度においても多様な解決方法を準備し，その仲間分けの根拠も考えさせるようにしている。難易度に多様性を持たせることで「すべての生徒」が自分の考えをもって，他との交流が可能になりと共に，難易度が高い問題に対しては，「すべての生徒」が問題に対して課題をもって取り組むので，グループの交流が単なる教え合いだけに留まらないはずである。

また，問題解決にはその根拠を表現させることで，グループの交流が答えの伝達ではなく，「表」「式」「グラフ」をどう読み取ったかまで相手に伝える活動を促すことができる。

5．おわりに

本稿では，まず平林一栄，ヴィットマン，近藤裕の論文をもとに「活用」することで「習得」や「習熟」を深める授業づくりの概念について，明らかにした。またそれを基に，ブラックボックスを利用した教材開発を行った。

今回ブラックボックスの授業づくりを行ってみて，本稿で紹介した授業づくりの視点は，他の領域や単元においても幅広く活かすことができると感じた。これは数学教育の課題の一つである「数学的活動」の充実に役立つものとなろう。

今後の課題は，検証授業の分析をさらに詳しく行い，さらなる改善点を見つけ，本研究の教材開発の視点に基づいた，教材開発や検証授業を行っていくことである。

【引用・参考文献】

(1) 文部科学省，『中学校学習指導要領解説数学編』，教育出版株式会社，2008，pp.16-64.

(2) 平林一栄，「数学教育の形式的目標に応ずる教材開発」，第18回全国数学教育学会研究発表会，2003，pp.1-4.

(3) E. Ch. Wittmann, The Alpha and omega of teacher education organizing mathematical activities, in Holton et al. (Eds), *The teaching and Learning of Mathematics at University Level,* An ICMI Study, Kluber Acdemic Publischer, 2001, pp.539-552.

(4) 長崎栄三/近藤裕，「数学教育におけるリテラシーについてのシステミック・アプローチによる総合的研究≪人間の生涯を視野においた算数・数学教育≫」，2011，pp.19-20.

(5) 近藤裕，「これからの算数・数学教育の目標と算数・数学的活動」，奈良教育大学紀要，第60巻，第1号，2011，pp.83-89.

(6) 山本信也，『生命論的デザイン科学としての数学教育学の課題と展望』，熊本日日新聞情報文化センター，2012，pp.1-174. pp.2-186.

(7) E. Ch. Wittmann, "Developing mathematics education in a systemic process", *Educational Studies in Mathematices,* 2002, 48/1, pp.1-20.

魔法の箱

NO，1

組　　号　名前

「今日の問題1」

下の図は左の数字が魔法の箱によって左の数字に変わったことを表してします．全部の魔法の箱の働きを考えよう

①

x	y
4	8
3	6
2	4
1	2
0	0
－1	－2
－2	－4
－3	－6
－4	－8

②

x	y
4	－20
3	－15
2	－10
1	－5
0	0
－1	5
－2	10
－3	15
－4	20

③

x	y
4	3
3	4
2	6
1	12
0	×
－1	－12－
－2	6
－3	－4
－4	－3
	3

④

x	y
4	－1.5
3	－2
2	－3
1	－6
0	×
－1	6
－2	3
－3	2
－4	1.5

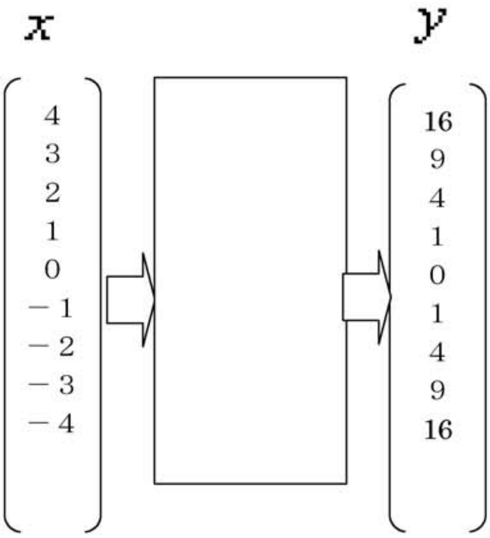
⑤

x	y
4	11
3	9
2	7
1	5
0	3
－1	1
－2	－1
－3	－3
－4	－5

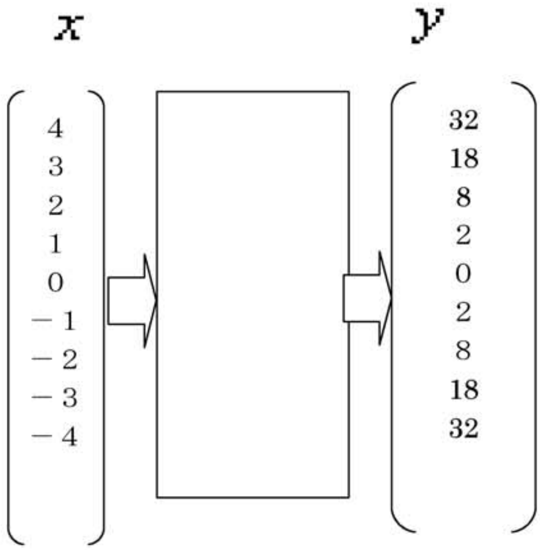
⑥

x	y
4	－17
3	－12
2	－7
1	－2
0	3
－1	8
－2	13
－3	18
－4	23

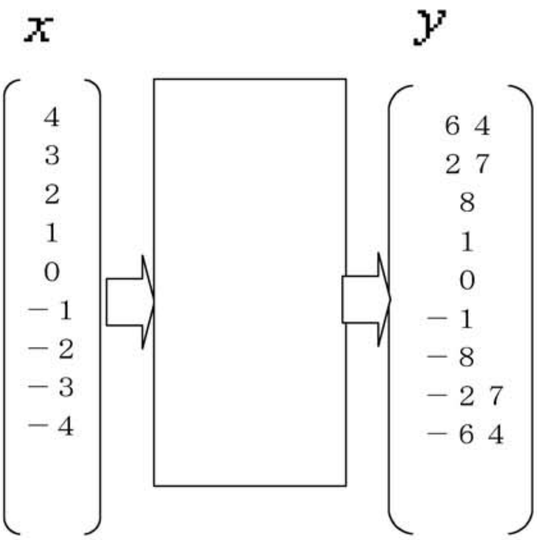
⑦


x
y
4
3
2
1
0
－1
－2
－3
－4
16
9
4
1
0
1
4
9
16

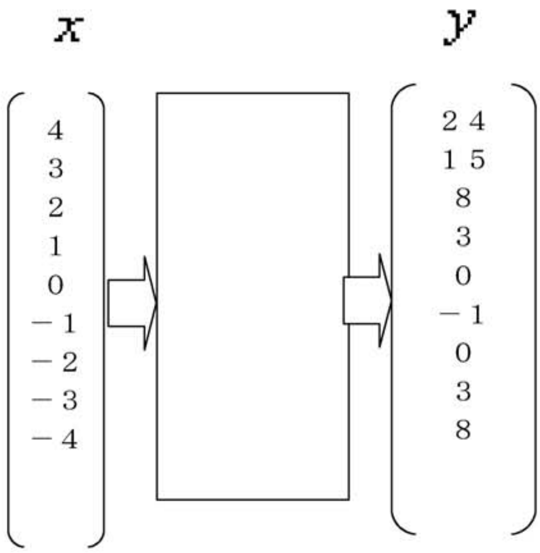
⑧


x
y
4
3
2
1
0
－1
－2
－3
－4
32
18
8
2
0
2
8
18
32

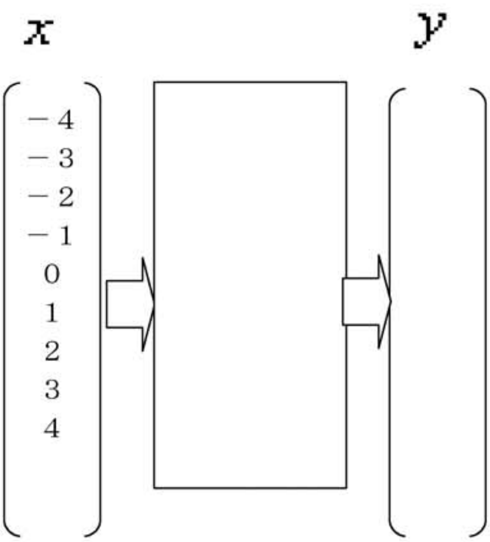
⑨


x
y
4
3
2
1
0
－1
－2
－3
－4
64
27
8
1
0
－1
－8
－27
－64

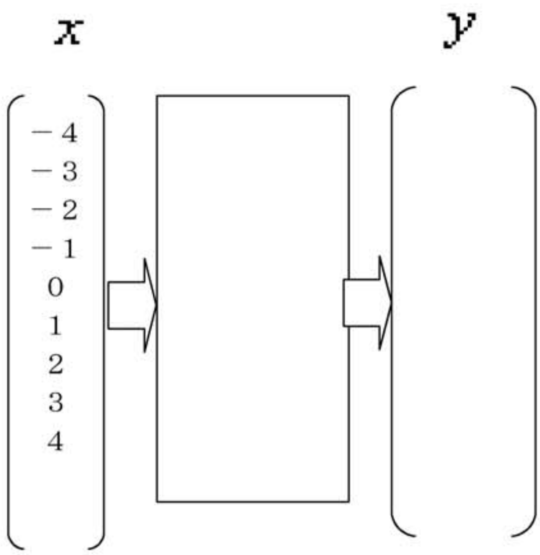
⑩


x
y
4
3
2
1
0
－1
－2
－3
－4
24
15
8
3
0
－1
0
3
8

⑪


x
y
－4
－3
－2
－1
0
1
2
3
4

⑫


x
y
－4
－3
－2
－1
0
1
2
3
4